



PN - JP9178186 A 19970711
 PD - 1997-07-11
 PR - JP19950340734 19951227
 OPD - 1995-12-27
 TI - CONTROL METHOD FOR PREMIXED COMBUSTION DEVICE
 IN - OKUBO YOICHIRO; IDOTA YOSHINORI
 PA - TOYOTA CENTRAL RES & DEV
 IC - F23R3/32 ; F23D11/24 ; F23R3/28 ; F23R3/34

© WPI / DERWENT

TI - Fuel premixing control method for combustor - involves detecting combustion generated in premix combustion chamber and altering flow of air and fuel correspondingly using respective valves

PR - JP19950340734 19951227

PN - JP9178186 A 19970711 DW199738 F23R3/32 013pp

PA - (TOYW) TOYOTA CHUO KENKYUSHO KK

IC - F23D11/24 ; F23R3/28 ; F23R3/32 ; F23R3/34

AB - J09178186 The method involves using a set of fuel injection valves (4,5) installed in a premix combustion chamber (1) and a combustion chamber (2) respectively where the combustion takes place. A dilution mixture chamber is installed in the premix combustion chamber. The valves are used for atomization of supplied fuel.

- An air passage (6) is used for supply of air to the premix combustion chamber, the combustion and the dilution chamber. Based on the combustion generated in the premix combustion chamber, the flow of fuel is altered and the flow of air is changed correspondingly.
- ADVANTAGE - Extinguishes flame and premix combustion chamber Maintains supply of fuel mixture within specified range as per requirement. Eliminates abnormal combustion. Stabilizes flame in combustion chamber.
- (Dwg.1/14)

OPD - 1995-12-27
 AN - 1997-406105 [38]

© PAJ / JPO

PN - JP9178186 A 19970711
 PD - 1997-07-11
 AP - JP19950340734 19951227



- IN YOKUBO YOICHIRO|DOTA YOSHINORI
- PA - TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC
- TI - CONTROL METHOD FOR PREMIXED COMBUSTION DEVICE
- AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To keep flame stably by removing the abnormal combustion of a premixed combustion chamber, and lessening the discharge of noxious matter.
- SOLUTION: This premixed combustion device has such constitution that a premixing chamber 1 for mixing fuel and air, a combustion chamber 2 for combusting the mixed air between fuel and a diluting and mixing chamber 3 for mixing combustion gas and air are connected in order, and that the first fuel injection valve 4 for spraying fuel into the premixing chamber 1, the second fuel valve 5 for spraying fuel into the combustion chamber 2, and an air supply passage 6 for supplying air to the premixing chamber 1, the diluting and mixing chamber 3, or the combustion chamber are provided. Then, if the system detects the combustion generated in the premixing chamber 1, this extinguishes the combustion flame of the premixing chamber 1, by reducing the flow of the fuel to be sprayed into the premixing chamber 1, or increasing the flow of air to be supplied to the premixing chamber 1.
- I - F23R3/32 ;F23D11/24 ;F23R3/28 ;F23R3/34

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-178186

(43) 公開日 平成9年(1997)7月11日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|--------|---------|--------|
| F 2 3 R | 3/32 | | F 2 3 R | 3/32 |
| F 2 3 D | 11/24 | | F 2 3 D | 11/24 |
| F 2 3 R | 3/28 | | F 2 3 R | 3/28 |
| | 3/34 | | | 3/34 |
| | | | | H |
| | | | | D |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-340734

(22) 出願日 平成7年(1995)12月27日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72) 発明者 大久保 陽一郎

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 井戸田 芳典

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

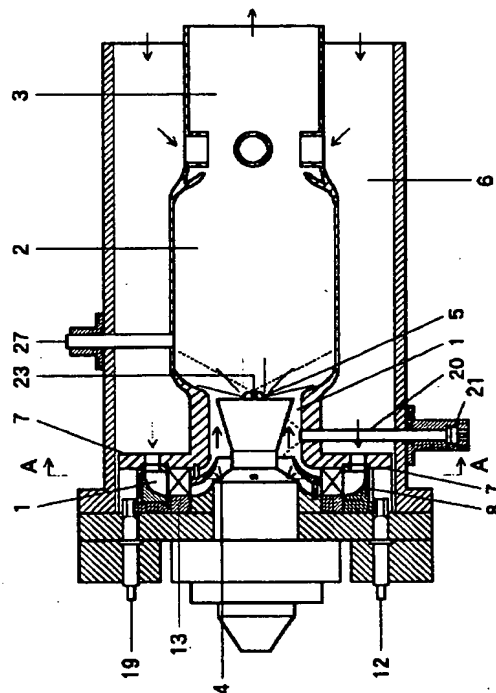
(74) 代理人 弁理士 水野 桂

(54) 【発明の名称】 予混合燃焼装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 予混合室の異常燃焼をなくし、有害物の排出を少なくして火炎を安定に保持する。

【解決手段】 燃料と空気を混合する予混合室1、燃料と空気の混合気を燃焼する燃焼室2と、燃焼ガスと空気を混合する希釈混合室3を順次接続し、予混合室1に燃料を噴霧する第1燃料噴射弁4と、燃焼室2に燃料を噴霧する第2燃料噴射弁5を設け、予混合室1と希釈混合室3または燃焼室2に空気を供給する空気通路6を設けた予混合燃焼装置において、予混合室1に発生した燃焼を検知すると、予混合室1に噴霧する燃料の流量を減少して、または、予混合室1に供給する空気の流量を増加して、予混合室1の燃焼火炎を消火する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料と空気を混合する予混合室、燃料と空気の混合気を燃焼する燃焼室と、燃焼ガスと空気を混合する希釈混合室を順次接続し、予混合室に燃料を噴霧する第1燃料噴射弁と、燃焼室に燃料を噴霧する第2燃料噴射弁を設け、予混合室と希釈混合室または燃焼室に空気を供給する空気通路を設けた予混合燃焼装置において、

予混合室に発生した燃焼を検知すると、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少するか、もしくは予混合室に供給する空気の流量を増加し、または、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少すると共に、予混合室に供給する空気の流量を増加して、予混合室の燃焼火炎を消火することを特徴とする制御方法。

【請求項2】 請求項1に記載の制御方法において、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少するときには、その減少量分燃焼室に噴霧する燃料の流量を増加することを特徴とする制御方法。

【請求項3】 燃料と空気を混合する予混合室、燃料と空気の混合気を燃焼する燃焼室と、燃焼ガスと空気を混合する希釈混合室を順次接続し、予混合室に燃料を噴霧する第1燃料噴射弁と、燃焼室に燃料を噴霧する第2燃料噴射弁を設け、予混合室と希釈混合室または燃焼室に空気を供給する空気通路を設けた予混合燃焼装置において、

燃焼室の燃焼火炎の状態量を検知して、または、両燃料噴射弁に供給する燃料の流量、空気通路に供給する空気の流量、空気通路入口の空気圧力、希釈混合室出口の燃焼ガス圧力と空気通路入口の空気温度を検知して、燃焼室の平均空気過剰率を求め、平均空気過剰率が所望の範囲の下限值より小さいときには、予混合室に供給する空気の流量を増加し、平均空気過剰率が所望の範囲の上限値より大きいときには、予混合室に供給する空気の流量を減少して、燃焼室の平均空気過剰率を所望の範囲内にすることを特徴とする制御方法。

【請求項4】 燃料と空気を混合する予混合室、燃料と空気の混合気を燃焼する燃焼室と、燃焼ガスと空気を混合する希釈混合室を順次接続し、予混合室に燃料を噴霧する第1燃料噴射弁と、燃焼室に燃料を噴霧する第2燃料噴射弁を設け、予混合室と希釈混合室または燃焼室に空気を供給する空気通路を設けた予混合燃焼装置において、

燃焼室の燃焼火炎の状態量を検知して燃焼室の平均空気過剰率を求め、空気通路に供給する空気の流量、空気通路入口の空気圧力、希釈混合室出口の燃焼ガス圧力と空気通路入口の空気温度を検知して、燃焼室の燃焼温度を求め、

燃焼温度が所望の範囲の下限值より小さいときには、予混合室に供給する空気の流量を減少し、燃焼温度が所望

の範囲の上限値より大きいときには、予混合室に供給する空気の流量を増加して、燃焼室の燃焼温度を所望の範囲内にすることを特徴とする制御方法。

【請求項5】 請求項3または4に記載の制御方法において、

予混合室に発生した燃焼を検知すると、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少するか、もしくは予混合室に供給する空気の流量を増加し、または、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少すると共に、予混合室に供給する空気の流量を増加して、予混合室の燃焼火炎を消火することを特徴とする制御方法。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかに記載の制御方法において、

予混合室に供給する空気の流量を増加するときには、その空気の旋回流のスワール数を減少し、予混合室に供給する空気の流量を減少するときには、その空気の旋回流のスワール数を増加することを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料と空気を予め混合して燃焼する予混合燃焼装置において、燃焼を制御する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】予混合燃焼方式は、予混合室で燃料と空気を予め混合してその混合気を燃焼室で燃焼するので、燃料を燃焼室に直接噴霧して燃焼する拡散燃焼方式に比較して、本質的に、燃焼室の混合気が均一になって燃焼温度が均一になり易く、高温領域が少なくサーマルN₂O_xの生成が少ない。予混合燃焼方式においても、サーマルN₂O_xの生成を抑制するため、燃焼室の混合気の空気過剰率を大きくして、希薄燃焼が行なわれる。しかし、燃焼室の混合気の空気過剰率が大きくなり過ぎると、一酸化炭素COや未燃炭化水素HCの生成が急増し、燃焼室の燃焼の火炎が不安定になって吹き消える。逆に、燃焼室の空気過剰率が小さくなり過ぎると、予混合室で逆火や自発火のような異常燃焼が発生する。予混合燃焼方式は、予混合室の異常燃焼が発生せずに有害物の排出が少なく火炎が安定する燃焼室の空気過剰率の範囲が狭い。従って、負荷変動範囲が広いガスタービンエンジンの燃焼装置に要求される性能を満足させることが一般的に困難である。

【0003】再生式ガスタービンエンジンにおいては、燃料消費率を改善するため、タービン入口即ち燃焼装置出口のガス温度を1000～1400℃に高め、燃焼装置に供給される空気をタービンが排出するガスで加熱して、燃焼装置入口の空気温度を600～1000℃に高めることが研究されている。

【0004】予混合希薄燃焼方式は、燃焼装置入口の空気温度が600～1000℃に上昇すると、燃焼室の燃焼火炎が1500℃程度以上の比較的均一な温度に保持

され、有害物の排出が少なく火炎が安定すると考えられる。しかし、予混合室で逆火や自発火のような異常燃焼が発生し易くなる。

【0005】そこで、予混合室の異常燃焼を防止するため、燃焼室の空気過剰率の許容範囲の下限を上げることが考えられるが、そうすると、空気過剰率の許容範囲が更に狭くなって、ガスタービンエンジンの大きな負荷変動に対応することがますます困難になる。

【0006】また、燃焼室の燃焼火炎が1500℃程度以上の温度に保持されると、燃焼室出口のガス温度がタービンの耐熱温度、最高で1400℃位を越えるので、燃焼室から出る燃焼ガスを希釈混合室で空気の混合により希釈して燃焼室出口のガス温度をタービンの耐熱温度以下にする。

【0007】自動車用再生式ガスタービンエンジンは、負荷変動範囲が広く、燃焼装置の燃料流量の変動範囲が広い。

【0008】自動車用再生式ガスタービンエンジンの予混合希薄燃焼方式は、広い負荷変動範囲において、有害物の排出を少なくして火炎を安定に保持するため、燃料流量の変動に応じて燃焼用の空気流量を最適に制御する必要がある。空気通路に供給された空気を燃焼用空気と希釈用空気に分配する率が固定されていると、燃焼用空気流量を最適に制御することができない。

【0009】また、始動時や加速時のように燃料流量が急増するときには、予混合室の異常燃焼を防止するため、予混合室の混合気の濃度を高めずに、燃料の一部を直接燃焼室に噴射して燃焼し、予混合希薄燃焼に拡散燃焼を組み合わせた複合燃焼を行なう。しかし、予混合室で空気と予混合する燃料の割合が大きい程、燃焼室の混合気が均一になり、サーマルNO_xの生成が少ない。予混合する燃料の割合を大きくするには、予混合室に供給する燃焼用空気の流量を最適に制御する必要がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の予混合燃焼装置においては、予混合室に異常燃焼が発生し難くしたものがあるが、異常燃焼の発生が皆無ではなく、異常燃焼を回避するわけでもない。

【0011】また、燃焼室の燃焼を制御するに当たり、燃焼室の燃焼状態を正確に検知しない上、予混合室に供給する燃焼用空気と希釈混合室に供給する希釈用空気の分配率が固定され、燃焼用空気の流量が最適に制御されない。

【0012】従って、予混合室の異常燃焼をなくし、有害物の排出を少なくして火炎を安定に保持することができない。

【0013】

【課題を解決するための着眼】予混合室に発生した異常燃焼火炎は、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少すると、また、予混合室に供給する空気の流量を増加する

と、予混合室の混合気の濃度が低くなり、消火される。

【0014】予混合希薄燃焼は、燃焼温度がほぼ均一になるので、燃焼温度に基づいて制御することができる。しかし、1500℃程度以上の燃焼温度は、熱電対のような従来の温度センサで直接検知することができない。

【0015】ところが、空気通路入口の空気温度が300℃程度以上である場合のような、燃焼装置入口の作動条件が一定の範囲にある場合には、燃焼室の燃焼温度が空気通路入口の空気温度と燃焼室の平均空気過剰率からほぼ決まるので、燃焼室の平均空気過剰率を求め、平均空気過剰率に基づいて制御することができる。また、平均空気過剰率と空気通路入口の空気温度から燃焼室の燃焼温度を求め、この燃焼温度に基づいて制御することができる。

【0016】予混合希薄燃焼に拡散燃焼を組み合わせた複合燃焼のときのように、燃焼負荷が増大するときには、燃焼装置の圧力損失が増大するので、この圧力損失などから燃焼室の平均空気過剰率を求めることができる。また、燃焼室の燃焼温度を求めることができる。

【0017】

【課題を解決するための手段】燃料と空気を混合する予混合室、燃料と空気の混合気を燃焼する燃焼室と、燃焼ガスと空気を混合する希釈混合室を順次接続し、予混合室に燃料を噴霧する第1燃料噴射弁と、燃焼室に燃料を噴霧する第2燃料噴射弁を設け、予混合室と希釈混合室または燃焼室に空気を供給する空気通路を設けた予混合燃焼装置において、予混合室に発生した燃焼を検知すると、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少するか、もしくは予混合室に供給する空気の流量を増加し、または、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少すると共に、予混合室に供給する空気の流量を増加して、予混合室の燃焼火炎を消火することを特徴とする制御方法。

【0018】燃焼室の燃焼火炎の状態量を検知して、または、両燃料噴射弁に供給する燃料の流量、空気通路に供給する空気の流量、空気通路入口の空気圧力、希釈混合室出口の燃焼ガス圧力と空気通路入口の空気温度を検知して、燃焼室の平均空気過剰率を求め、平均空気過剰率が所望の範囲の下限値より小さいときには、予混合室に供給する空気の流量を増加し、平均空気過剰率が所望の範囲の上限値より大きいときには、予混合室に供給する空気の流量を減少して、燃焼室の平均空気過剰率を所望の範囲内にすることを特徴とする制御方法。

【0019】燃焼室の燃焼火炎の状態量を検知して燃焼室の平均空気過剰率を求め、空気通路に供給する空気の流量、空気通路入口の空気圧力、希釈混合室出口の燃焼ガス圧力と空気通路入口の空気温度を検知して、燃焼室の燃焼温度を求め、燃焼温度が所望の範囲の下限値より小さいときには、予混合室に供給する空気の流量を減少し、燃焼温度が所望の範囲の上限値より大きいときには、予混合室に供給する空気の流量を増加して、燃焼室

の燃焼温度を所望の範囲内にすることを特徴とする制御方法。

【0020】

【発明の効果】予混合室に燃焼火炎が発生すると、予混合室に噴霧する燃料の流量を減少、または、予混合室に供給する空気の流量を増加して、予混合室の燃焼火炎を消火する。

【0021】また、燃焼室の平均空気過剰率または燃焼温度を求め、予混合室に供給する空気の流量を増減して、燃焼室の平均空気過剰率または燃焼温度を所望の範囲にする。

【0022】従って、予混合室の異常燃焼をなくし、有害物の排出を少なくして火炎を安定に保持することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

<第1例(図1～図10参照)>

【予混合燃焼装置】本例の制御方法を実施する予混合燃焼装置は、自動車用再生式ガスタービンエンジンの燃焼装置である。

【0024】予混合燃焼装置は、図1に示すように、燃料と空気を混合する円輪断面形状の予混合室1、燃料と空気の混合気を燃焼する円形断面形状の燃焼室2と、燃焼ガスと空気を混合する円形断面形状の希釈混合室3を順次同芯状に接続し、予混合室1に燃料を噴霧する第1燃料噴射弁4と、燃焼室2に燃料を噴霧する第2燃料噴射弁5を設け、予混合室1と希釈混合室3に空気を供給する円輪断面形状の空気通路6を同芯状に設けている。両燃料噴射弁4、5に軽油や灯油のような液体燃料を供給する装置を設けている。

【0025】予混合室1は、入口に空気流量調整機構を設け、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を増減可能にしている。

【0026】空気流量調整機構は、図1と図2に示すように、予混合室1の円環状の入口に固定板7と可動板8を重合して配置し、固定板7と可動板8にそれぞれ円弧状の長孔9、10を貫通し、固定板の長孔9の一部と可動板の長孔10の一部を重複して連通し、空気通路6の空気が両長孔9、10の連通部分を通過して予混合室1に流入する構成にしている。回転可能な可動板8の外周には、歯車部11を同芯状に形成し、可動板8の歯車部11に調整軸12の先端歯車部を噛み合わせている。調整軸12の回転により可動板8を回転し、可動板の長孔10が固定板の長孔9と連通した面積を増減して、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を増減する。

【0027】予混合室1の入口と第1燃料噴射弁4の燃料噴霧位置の間には、空気旋回調整機構を設け、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を増減可能にしている。

【0028】空気旋回調整機構は、図1と図3に示すよ

うに、予混合室1の円環状部分に固定板7と可動板13を対面して配置し、固定板7と可動板13にそれぞれ凹凸を円環状に設け、固定板7の凹凸と可動板13の凹凸を噛み合わせ、固定板凸部14の片側の側面とその隣の可動板凸部15の側面の間に径方向に沿った非旋回用通路16を、固定板凸部14の他の片側の側面とその隣の可動板凸部15の側面の間に略周方向に沿った旋回用通路17をそれぞれ形成し、予混合室1に流入した空気が非旋回用通路16と旋回用通路17を通過する構成にしている。回転可能な可動板13の外周には、歯車部18を同芯状に形成し、可動板13の歯車部18に調整軸19の先端歯車部を噛み合わせている。調整軸19の回転により可動板13を回転し、非旋回用通路16の幅を狭くまたは広くすると共に、旋回用通路17の幅を広くまたは狭くして、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を増加または減少する。

【0029】予混合室1の第1燃料噴射弁4の燃料噴霧位置の下流には、第1火炎検知装置を設け、予混合室1に発生した燃焼火炎を検知可能にしている。

【0030】第1火炎検知装置は、図1に示すように、耐熱性の高い光ファイバのような光通路20の広角レンズ付きの先端を予混合室1に配置し、光通路20の基端をフォトダイオードやフォトトランジスタのような光検出素子21に接続している。予混合室1に燃焼火炎が発生すると、光検出素子21が出力する。

【0031】燃焼室2は、図1に示すように、入口側に同芯状に設けた第2燃料噴射弁5に第2火炎検知装置を内蔵し、燃焼室2の燃焼火炎の状態量を検知可能にしている。

【0032】第2火炎検知装置は、図4に示すように、第2燃料噴射弁5の軸芯位置の燃料通路22に耐熱性の高い光ファイバのような光通路23を貫通し、光通路23の先端部を微粒化用空気通路24とその中央位置の噴出孔25に配置し、光通路23の広角レンズ付きの先端を微粒化用空気通路の噴出孔25から燃焼室2に突出し、燃料通路22から突出した光通路23の基端をフォトトランジスタのような光検出素子26に接続している。光検出素子26は、燃焼室2に燃焼火炎が発生すると、その燃焼火炎の状態量に応じた信号を出力する。

【0033】燃焼室2には、図1に示すように、混合気に点火する点火栓27を設けている。

【0034】自動車用再生式ガスタービンエンジンは、予混合燃焼装置の希釈混合室3の出口にガスタービンと熱交換器の放熱通路を順次接続し、予混合燃焼装置の空気通路6の入口に熱交換器の受熱通路と空気圧縮機を順次接続し、ガスタービンの軸と空気圧縮機の軸を連結している。

【0035】【制御方法】本例の制御方法は、燃焼室2の燃焼を制御する方法と、予混合室1の異常燃焼を制御する方法からなる。

【0036】 燃焼室2の燃焼を制御する方法は、燃焼室2の平均空気過剰率に基づく制御方法と、燃焼室2の燃焼温度に基づく制御方法の2例がある。

【0037】 1) 燃焼室の平均空気過剰率に基づいて燃焼室の燃焼を制御する方法

この制御方法は、燃焼室2の燃焼温度即ち予混合燃焼の火炎温度が空気通路6入口の空気温度と燃焼室2の平均空気過剰率からほぼ決まるので、燃焼室2の燃焼温度を最適範囲にするため、燃焼室2の平均空気過剰率を検知して、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を制御する。

【0038】 燃焼室2の平均空気過剰率は、定常運転時のように燃焼装置の作動条件の変動が小さいときには、燃焼室2の燃焼火炎光のパワースペクトル比に基づいて、過渡運転時のように燃焼装置の作動条件の変動が大きいときには、燃焼装置の圧力損失などに基づいて検知する。

【0039】 a 燃焼装置の作動条件の変動が小さいときの制御方法

燃焼室2の第2火炎検知装置23、26が出力する燃焼火炎の光パワーは、変動の周波数分析をすると、図5に示すようなスペクトルになる。このスペクトルにおいて、特定周波数より高い周波数範囲のパワーベクトルAと低い周波数範囲のパワーベクトルBの比 B/A を求める。このパワーベクトル比 B/A は、図6に示すように、燃焼室2の平均空気過剰率 λ と一定の対応関係がある。即ち、燃焼火炎光のパワースペクトル比に基づいて燃焼室2の平均空気過剰率 λ が求められる。

【0040】 制御方法は、図7に示すように、第2火炎検知装置23、26が燃焼室2の燃焼火炎の光パワーを検知する。光パワーが設定値より小さいと、両燃料噴射弁4、5への燃料の供給を停止して異常警報を発する。光パワーが設定値以上であると、光パワーを周波数分析し、パワーベクトル比 B/A を算出し、燃焼室2の平均空気過剰率 λ を算出する。

【0041】 平均空気過剰率 λ が設定範囲の下限值 α 、実施例では3、より小さいと、空気流量調整機構の調整軸12を回転して、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を増加する。また、空気旋回調整機構の調整軸19を回転して、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を減少する。

【0042】 平均空気過剰率 λ が設定範囲の上限値 β 、実施例では5、より大きいと、空気流量調整機構の調整軸12を回転して、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を減少する。また、燃焼用空気流量の減少による燃焼火炎の安定性の悪化を防止するため、空気旋回調整機構の調整軸19を回転して、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を増加する。

【0043】 b 燃焼装置の作動条件の変動が大きいときの制御方法

両燃料噴射弁4、5に供給する燃料の流量 G_f 、空気通路6に供給する空気の流量 G_a 、空気通路6入口の空気圧力 P_i 、希釈混合室3出口の燃焼ガス圧力 P_o 、空気通路6入口の空気温度 T_i を検知すると、燃焼室2の平均空気過剰率 λ は、次式から求められる。ただし、 n は、空気流量 G_a 中の燃焼用空気流量への分配割合である。 C_1 と C_2 は、係数である。

【0044】

$$n = 1 - C_1 \{ T_i (P_i - P_o) / P_i \}^{1/2} / G_a$$

$$\lambda = C_2 n G_a / G_f$$

自動車用再生式ガスタービンエンジンにおいては、燃料流量 G_f は、調量器で調量されるので、燃料流量 G_f 用のセンサを新設する必要はない。また、ガスタービンの回転数即ち空気圧縮機の回転数と空気圧縮機の出口圧力は計測され、これらの計測値と空気圧縮機の特長から空気圧縮機の出口流量即ち空気流量 G_a が求められるので、空気流量 G_a 用のセンサを新設する必要はない。空気圧力 P_i 、燃焼ガス圧力 P_o 、空気温度 T_i 用のセンサは、それぞれ、設ける。

【0045】 制御方法は、図8に示すように、第2火炎検知装置23、26が燃焼室2の燃焼火炎の光パワーを検知する。光パワーが設定値より小さいと、燃料の供給を停止して異常警報を発する。光パワーが設定値以上であると、燃料流量 G_f 、空気流量 G_a 、空気圧力 P_i 、燃焼ガス圧力 P_o と空気温度 T_i を検知し、分配割合 n を算出して平均空気過剰率 λ を算出する。

【0046】 平均空気過剰率 λ が設定範囲の下限值 α 、実施例では3、より小さいと、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を空気流量調整機構で増加し、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を空気旋回調整機構で減少する。

【0047】 平均空気過剰率 λ が設定範囲の上限値 β 、実施例では5、より大きいと、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を空気流量調整機構で減少し、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を空気旋回調整機構で増加する。

【0048】 平均空気過剰率 λ が設定範囲であると、前回のサンプリング時との変動を修正するため、今回の平均空気過剰率 λ が前回の平均空気過剰率 λ_p より小さいと、予混合室1の燃焼用空気は、流量を増加してスワール数を減少する。今回の平均空気過剰率 λ が前回の平均空気過剰率 λ_p より大きいと、予混合室1の燃焼用空気は、流量を減少してスワール数を増加する。

【0049】 2) 燃焼室の燃焼温度に基づいて燃焼室の燃焼を制御する方法

この制御方法は、図9に示すように、上記1) aの制御方法と同様に、燃焼室2の燃焼火炎光のパワースペクトル比に基づいて燃焼室2の平均空気過剰率 λ を算出する。また、上記1) bの制御方法と同様に、空気通路6に供給する空気の流量 G_a 、空気通路6入口の空気圧力

P_i 、希釈混合室3出口の燃焼ガス圧力 P_o と空気通路6入口の空気温度 T_i に基づいて空気流量 G_a 中の燃焼用空気流量への分配割合 n を算出する。そして、燃焼室2の平均的な燃焼温度 T は、次式から求める。ただし、 C_3 は、係数である。

$$【0050】 T = T_i + C_3 n G_a / \lambda$$

燃焼温度 T が設定範囲の下限値 γ 、実施例では1600℃、より小さいと、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を空気流量調整機構で減少し、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を空気旋回調整機構で増加する。

【0051】燃焼温度 T が設定範囲の上限値 δ 、実施例では1800℃、より大きいと、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を空気流量調整機構で増加し、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を空気旋回調整機構で減少する。

【0052】燃焼温度 T が設定範囲 $\gamma \sim \delta$ であると、前回のサンプリング時との変動を修正するため、今回の燃焼温度 T が前回の燃焼温度 T_p より小さいと、予混合室1の燃焼用空気は、流量を減少してスワール数を増加する。今回の燃焼温度 T が前回の燃焼温度 T_p より大きいと、予混合室1の燃焼用空気は、流量を増加してスワール数を減少する。

【0053】3) 予混合室の異常燃焼を制御する方法
この制御方法は、図10に示すように、第2火災検知装置23、26が燃焼室2の燃焼火災の光パワーを検知してその光パワーが設定値以上であることを確認した後、第1火災検知装置20、21が予混合室1の燃焼火災の光パワーを検知してその光パワーが設定値以上であると、異常警報を発し、燃焼室の点火栓27を発火し、第2燃料噴射弁5が停止中であれば、第2燃料噴射弁5から燃焼室2に小流量の燃料を噴霧し、第2燃料噴射弁5が作動中であれば、第2燃料噴射弁5から燃焼室2に噴霧する燃料の流量を少し増加し、燃焼室2の燃焼火災の光パワーが設定値以上であると、第1燃料噴射弁4から予混合室1に噴霧する燃料の流量を第2燃料噴射弁5の燃料流量の増加分減少する。また、予混合室1に流入する燃焼用空気の流量を空気流量調整機構で増加し、予混合室1に流入した燃焼用空気の旋回流のスワール数を空気旋回調整機構で減少する。

【0054】予混合室1に噴霧する燃料流量が零にならず、かつ、予混合室1の燃焼火災の光パワーが設定値以上である限り、上記のように、燃焼室2の燃焼火災の光パワーが設定値以上であることを確認しつつ、燃焼室2に噴霧する燃料流量の増加と予混合室1に噴霧する燃料流量の減少及び予混合室1の燃焼用空気の流量増加とスワール数減少を繰り返す、燃焼室2と予混合室1に噴霧する燃料流量の合計流量を一定に保持した上で、予混合室1に発生した燃焼火災を消火する。

【0055】燃焼室2の燃焼火災の光パワーが設定値よ

り小さくなれば、また、予混合室1に噴霧する燃料流量が零になっても、予混合室1の燃焼火災の光パワーが設定値以上であれば、両燃料噴射弁4、5への燃料の供給を停止し、異常警報を発する。

【0056】予混合室1に発生した燃焼火災が消火されると、逆に、燃焼室2に噴霧する燃料流量を減少し、予混合室1に噴霧する燃料流量を増加して予混合室1の燃焼用空気の流量を減少すると共にスワール数を増加する。

【0057】<第2例(図11と図12参照)>自動車用再生式ガスタービンエンジンに用いられる予混合燃焼装置は、図11に示すように、複数の円管形状の予混合室31、主燃焼室32と希釈混合室33を順次接続し、主燃焼室32の上流端に副燃焼室34を接続し、各予混合室31にそれぞれ第1燃料噴射弁35を設け、副燃焼室34に第2燃料噴射弁36を設け、予混合室31、副燃焼室34、主燃焼室32と希釈混合室33に空気を供給する空気通路37を設けている。

【0058】各予混合室31の空気流入口と副燃焼室34の空気流入口には、それぞれ、空気旋回機構を設けている。

【0059】各予混合室31の下流位置には、図11と図12に示すように、それぞれ、火災検知装置を設け、各予混合室31に発生した燃焼火災を検知可能にしている。火災検知装置は、光通路38の広角レンズ付きの先端を予混合室31の中心位置に上流側向きに配置し、光通路38の基端を光検出素子39に接続している。

【0060】副燃焼室34には、図11に示すように、点火栓40を設けている。

【0061】本例の制御方法は、予混合室の異常燃焼を制御する方法である。いずれかの火災検知装置38、39が予混合室31の燃焼火災の光パワーを検知してその光パワーが設定値以上であると、異常警報を発し、副燃焼室34の点火栓40を発火し、副燃焼室34に第2燃料噴射弁36から噴霧する燃料の流量を少し増加し、燃焼火災が発生した予混合室31に第1燃料噴射弁35から噴霧する燃料の流量を第2燃料噴射弁36の燃料流量の増加分減少する。

【0062】燃焼火災が発生した予混合室31に噴霧する燃料流量が零にならず、かつ、燃焼火災が発生した予混合室31の燃焼火災の光パワーが設定値以上である限り、上記のように、副燃焼室34に噴霧する燃料流量の増加と予混合室31に噴霧する燃料流量の減少を繰り返す、副燃焼室34と予混合室31に噴霧する燃料流量の合計流量を一定に保持した上で、予混合室31に発生した燃焼火災を消火する。

【0063】燃焼火災が発生した予混合室31に噴霧する燃料流量が零になっても、その予混合室31の燃焼火災の光パワーが設定値以上であれば、すべての燃料噴射弁35、36への燃料の供給を停止し、異常警報を発す

る。

【0064】予混合室31に発生した燃焼火炎が消火されると、逆に、副燃焼室34に噴霧する燃料流量を減少して、予混合室31に噴霧する燃料流量を増加する。

【0065】＜第3例（図13と図14参照）＞自動車用再生式ガスタービンエンジンに用いられる予混合燃焼装置は、図13に示すように、円輪断面形状の予混合室41、主燃焼室42と希釈混合室43を順次接続し、主燃焼室42の上流端に副燃焼室44を接続し、予混合室41に燃料を噴霧する第1燃料噴射弁45と、副燃焼室44に燃料を噴霧する第2燃料噴射弁46を設け、予混合室41、副燃焼室44と主燃焼室42に空気を供給する空気通路47を設けている。

【0066】予混合室41の空気流入口と副燃焼室44の空気流入口には、それぞれ、空気旋回機構を設けている。予混合室41の下流位置には、図13に示すように、混合気の一部を燃焼する円環形状のハニカム型触媒48を設けている。予混合室41の触媒48上流側位置には、図13と図14に示すように、広角レンズ付きの光通路49と光検出素子50を順次接続した複数の火炎検知装置を設け、予混合室41に発生した燃焼火炎を検知可能にしている。副燃焼室44には、点火栓51を設けている。

【0067】本例の異常燃焼制御方法は、いずれかの火炎検知装置49、50が予混合室41の燃焼火炎の光パワーを検知してその光パワーが設定値以上であると、異常警報を発し、点火栓51を発火し、副燃焼室44に第2燃料噴射弁46から噴霧する燃料の流量を少し増加し、予混合室41に第1燃料噴射弁45から噴霧する燃料の流量を第2燃料噴射弁46の燃料流量の増加分減少する。

【0068】予混合室41に噴霧する燃料流量が零にならず、かつ、予混合室41の燃焼火炎の光パワーが設定値以上である限り、上記のように、副燃焼室44に噴霧する燃料流量の増加と予混合室41に噴霧する燃料流量の減少を繰り返して、副燃焼室44と予混合室41に噴霧する燃料流量の合計流量を一定に保持した上で、予混合室41に発生した燃焼火炎を消火する。

【0069】予混合室41に噴霧する燃料流量が零になっても、予混合室41の燃焼火炎の光パワーが設定値以上であれば、すべての燃料噴射弁45、46への燃料の供給を停止し、異常警報を発する。

【0070】予混合室41に発生した燃焼火炎が消火されると、逆に、副燃焼室44に噴霧する燃料流量を減少して、予混合室41に噴霧する燃料流量を増加する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の第1例の制御方法を実施する予混合燃焼装置の縦断面図。

【図2】同予混合燃焼装置の空気流量調整機構の断面図であって、図1のA-A線断面図。

【図3】同予混合燃焼装置の空気旋回調整機構の断面図であって、図1のA-A線断面図。

【図4】同予混合燃焼装置の第2燃料噴射弁に内蔵の第2火炎検知装置の縦断面図。

【図5】同予混合燃焼装置における燃焼室の燃焼火炎光のパワースペクトルの図。

【図6】同予混合燃焼装置における燃焼室のパワースペクトル比と平均空気過剰率の関係を示す図。

【図7】同予混合燃焼装置において作動条件の変動が小さいときに平均空気過剰率に基づいて燃焼室の燃焼を制御する方法のフローチャート。

【図8】同予混合燃焼装置において作動条件の変動が大きいときに平均空気過剰率に基づいて燃焼室の燃焼を制御する方法のフローチャート。

【図9】同予混合燃焼装置において燃焼温度に基づいて燃焼室の燃焼を制御する方法のフローチャート。

【図10】同予混合燃焼装置において予混合室の異常燃焼を制御する方法のフローチャート。

【図11】実施形態の第2例の制御方法を実施する予混合燃焼装置の縦断面図。

【図12】同予混合燃焼装置の火炎検知装置位置の断面図。

【図13】実施形態の第3例の制御方法を実施する予混合燃焼装置の縦断面図。

【図14】同予混合燃焼装置の火炎検知装置位置の断面図。

【符号の説明】

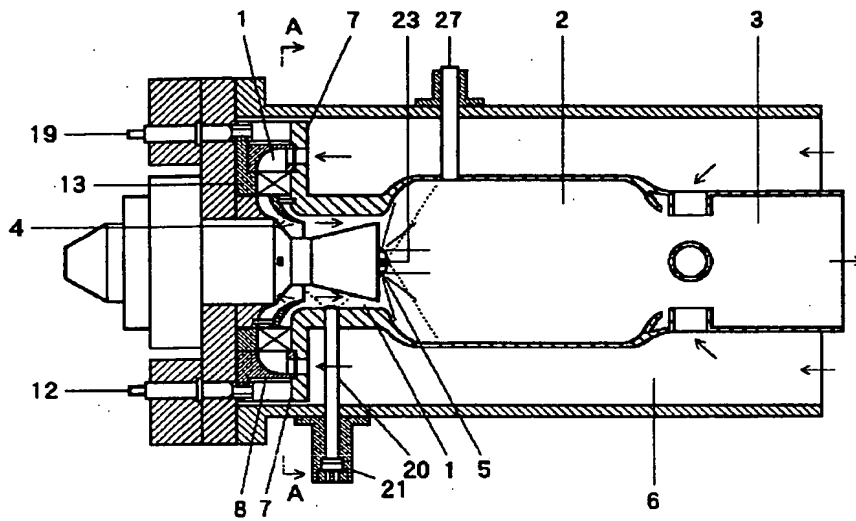
- 1 予混合室
- 2 燃焼室
- 3 希釈混合室
- 4 第1燃料噴射弁
- 5 第2燃料噴射弁
- 6 空気通路
- 7～12 空気流量調整機構
- 7、13～19 空気旋回調整機構
- 20、21 第1火炎検知装置
- 23、26 第2火炎検知装置
- 31 予混合室
- 32 主燃焼室
- 33 希釈混合室
- 34 副燃焼室
- 35 第1燃料噴射弁
- 36 第2燃料噴射弁
- 37 空気通路
- 38、39 火炎検知装置
- 41 予混合室
- 42 主燃焼室
- 43 希釈混合室
- 44 副燃焼室
- 45 第1燃料噴射弁

46 第2燃料噴射弁

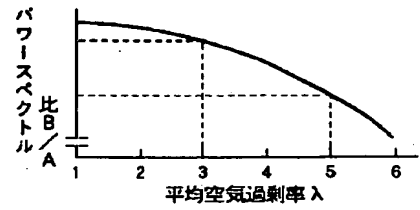
49, 50 火炎検知装置

47 空気通路

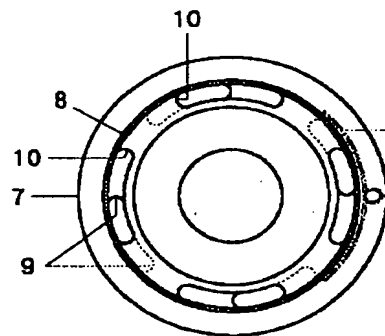
【図1】



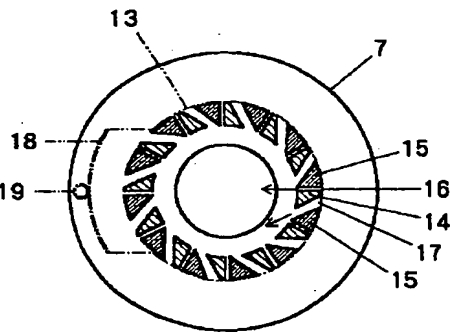
【図6】



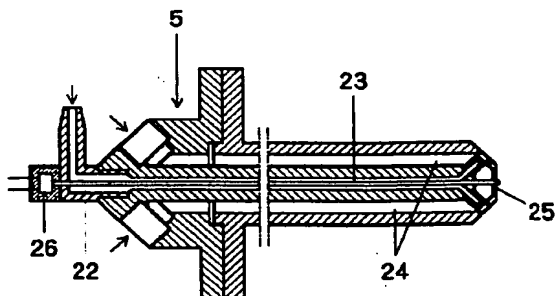
【図2】



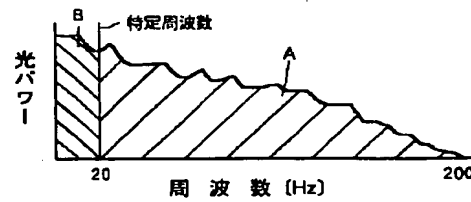
【図3】



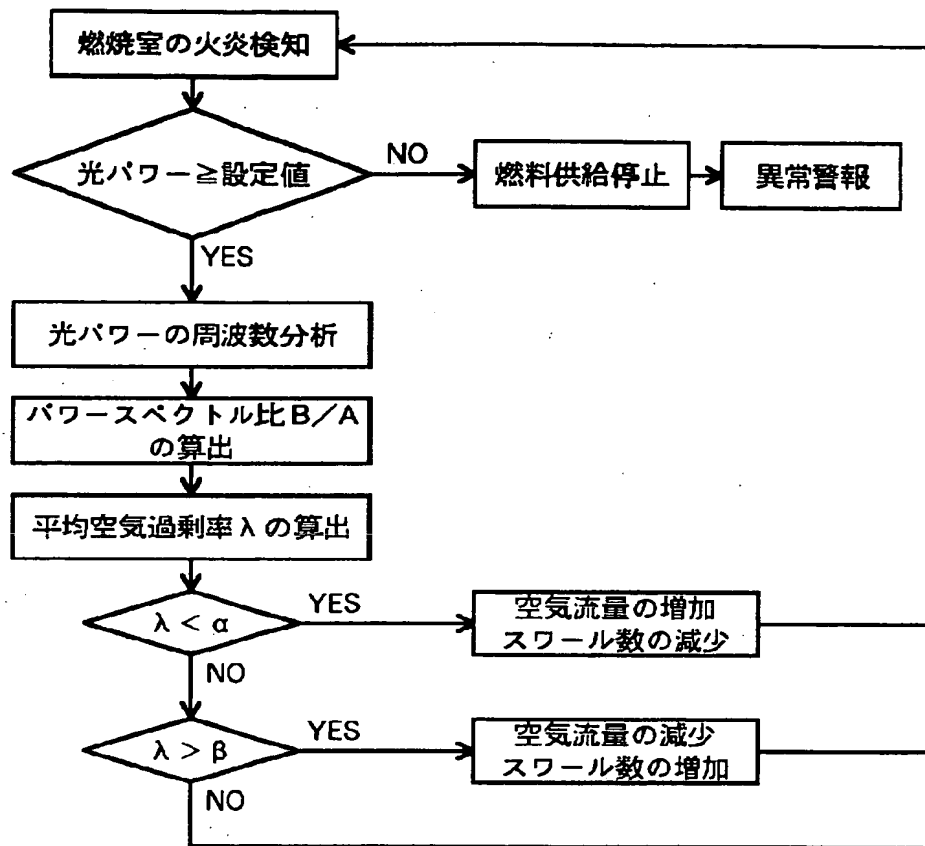
【図4】



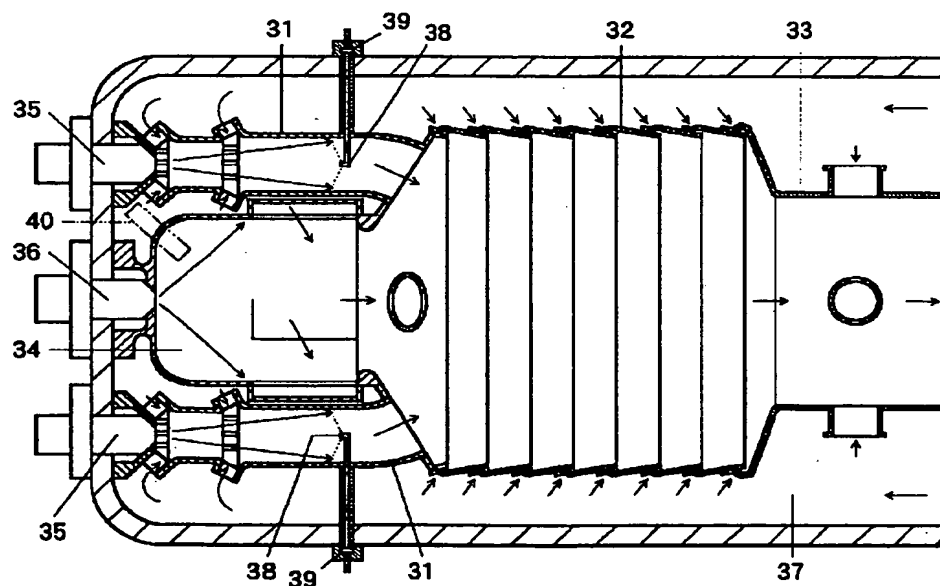
【図5】



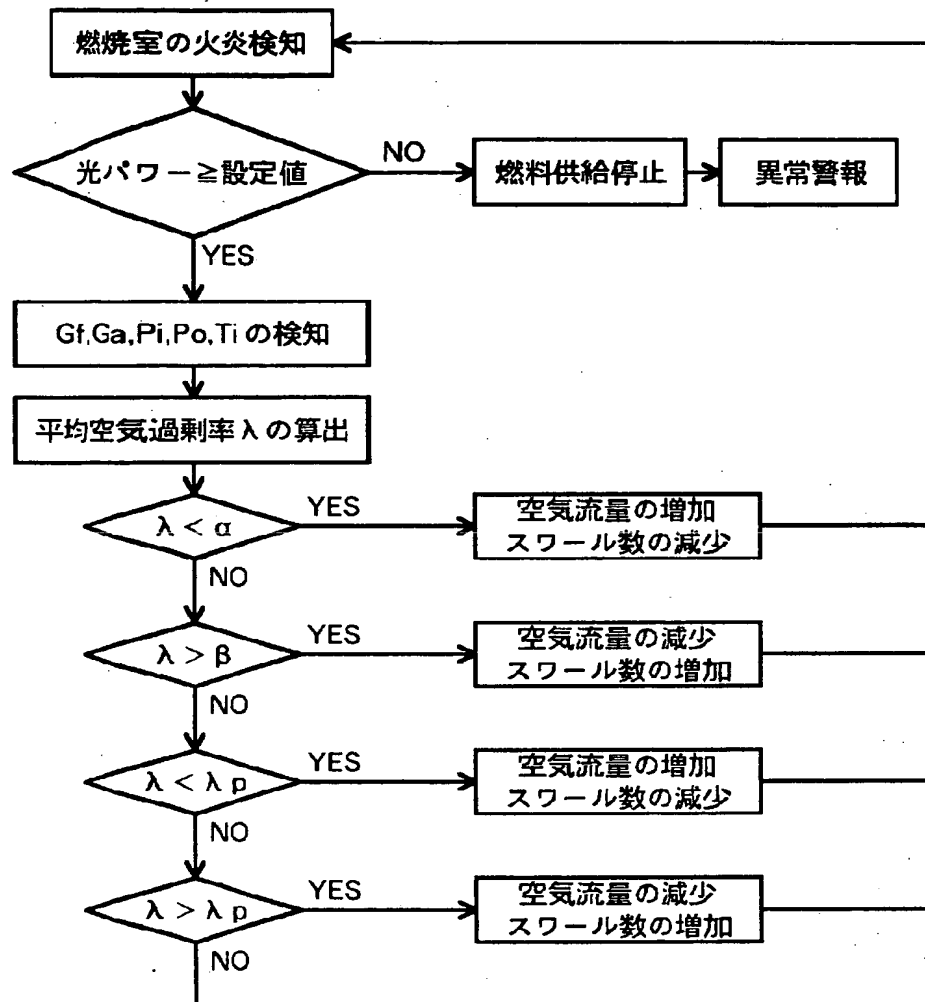
【図7】



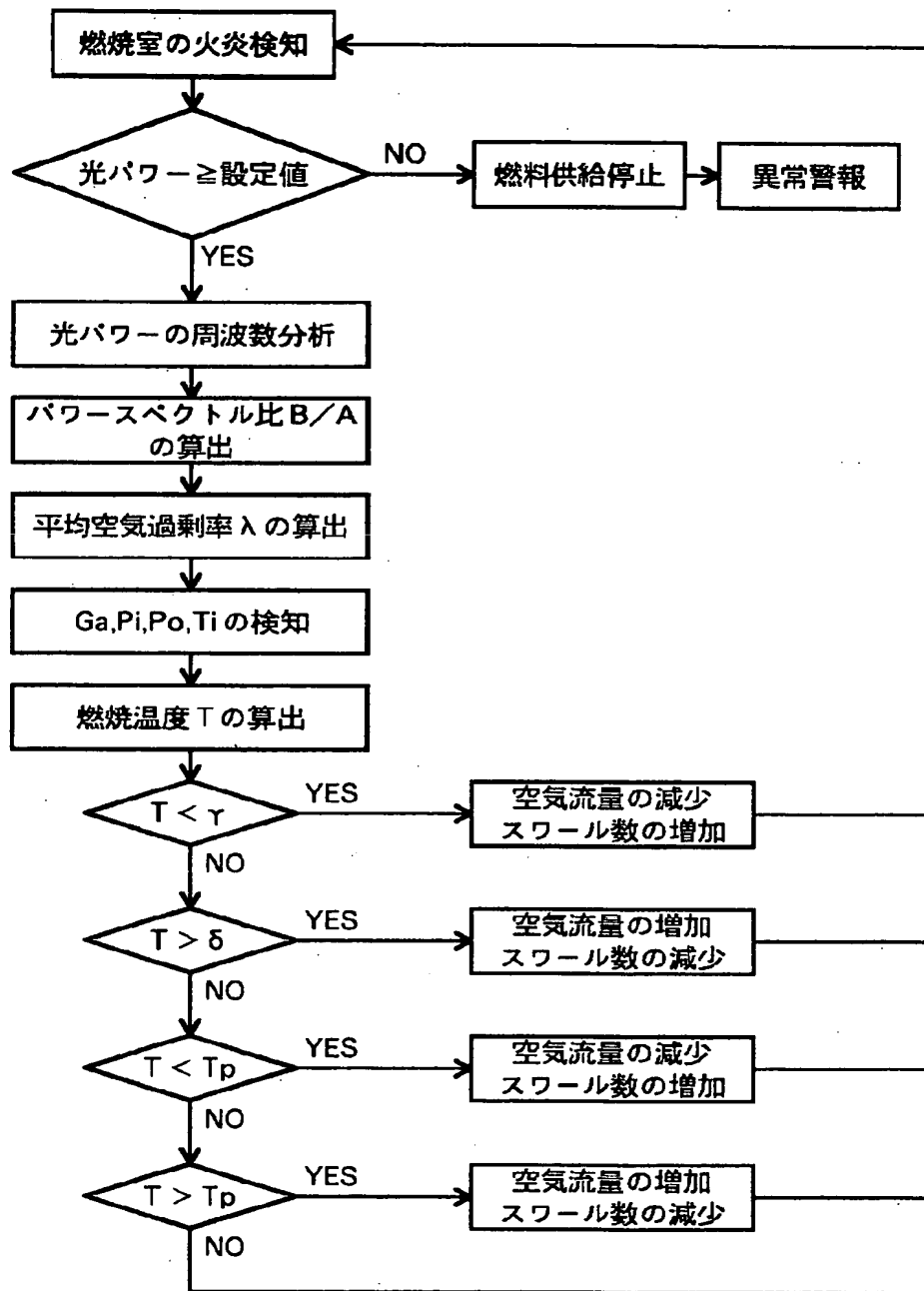
【図11】



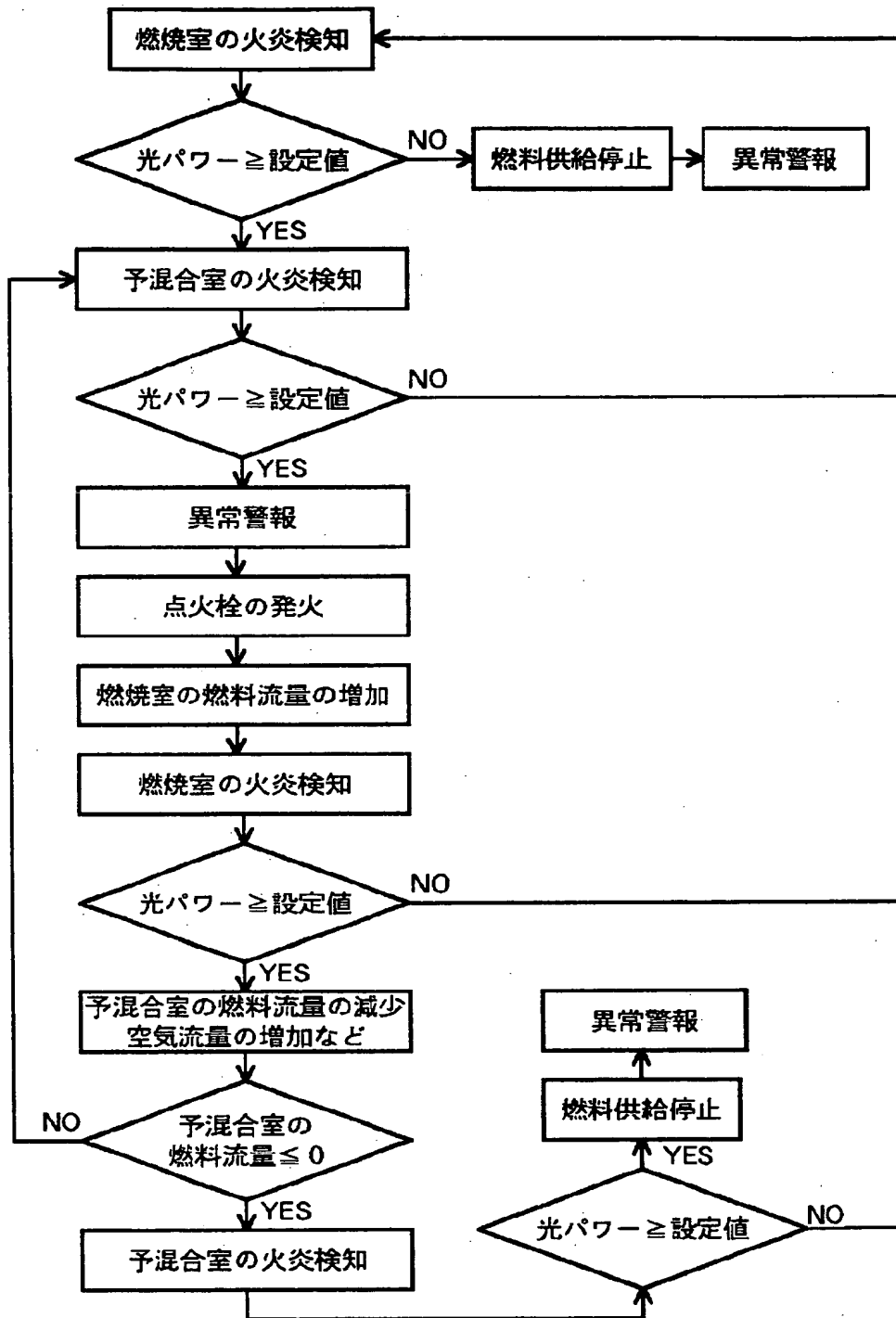
【図8】



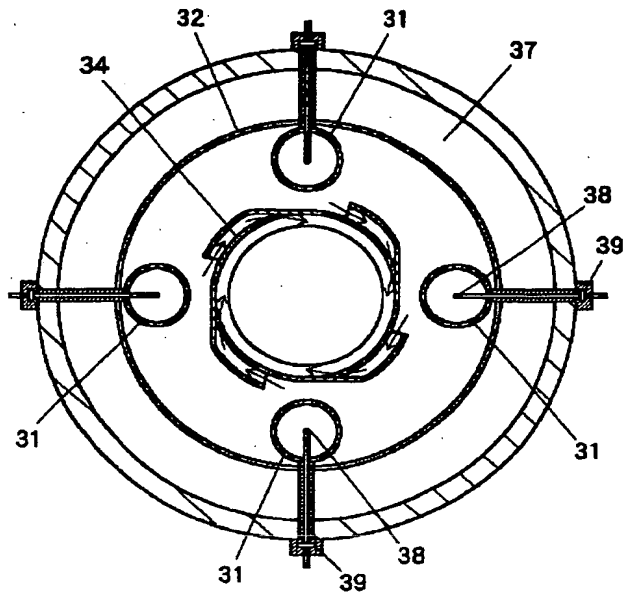
【図9】



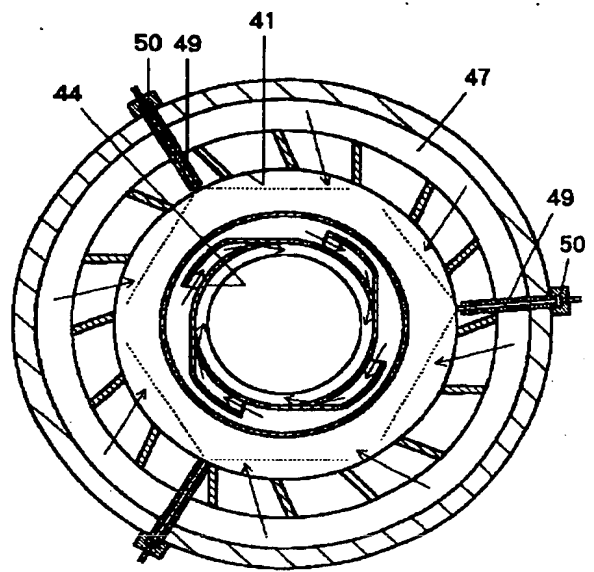
【図10】



【図12】



【図14】



【図13】

